

# KÍSÉRLET A BALATON TIHANYI TÉRSÉGE EUTROFIZÁLÓDÁSÁNAK TÖBBTÉNYEZŐS BECSLÉSÉRE II. BAKTERIOPLANKTON, ZOOPLANKTON, SZERVES SZÉN

G. TÓTH LÁSZLÓ—PADISÁK JUDIT

Elfogadva: 1982. október 14.

Cikksorozatunk első részében (G. Tóth és Padisák 1982) a bevezető megjegyzéseken és a módszereken kívül az algológiai mutatókat tárgyaltuk részletesebben. A jelen — folytatólagos — részben bakteriológiai, zoológiai, illetve vízkémiai változókat vizsgálunk.

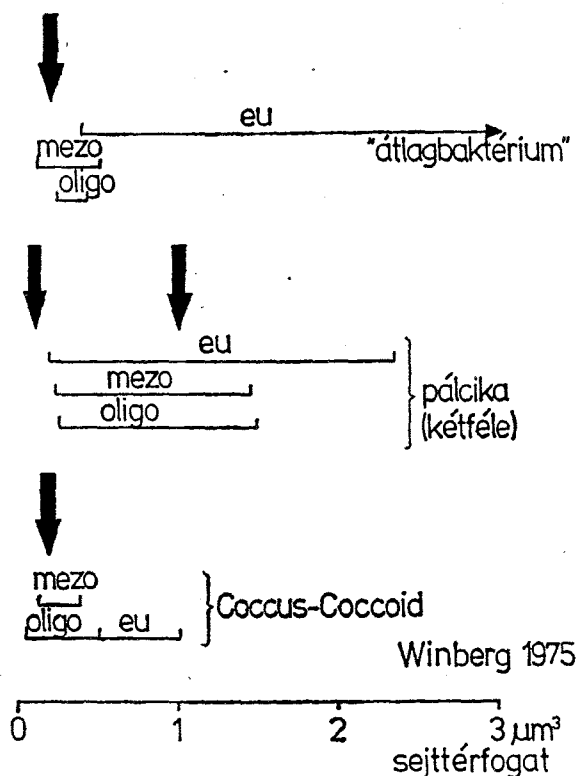
## A Balaton tihanyi térségének trofitása a bakterioplankton, egyed zooplankton mutatók és a szerves szén tükrében

A mikrobiális aktivitás a víz szervesanyag lebontásának erősségét, a szaporítást jelzi közvetlenül (FELFÖLDY 1980), ezért mint vízminőségi mutató első sorban az allochton szervesanyagokkal terhelt vizek esetében használható. A Balatonhoz hasonló, számottevő idegen szervesanyag terheléstől mentes, természetes vizekben a bakteriális közösség szubsztrátja legnagyobb részt az elsődleges termelés által autochton keletkező szervesanyag. Ilyen esetekben a bakteriális mutatók is támpontot nyújthatnak a trofitás fokának megítélésénél.

A baktériumok sejtméretei és táplálékellátottságuk összefügg. Ennek bizonyítékai: 1. Eutrofikus tavakban a planktonikus baktériumok nagyobbak, mint oligotrofikus, mezotrofikus vizekben (WINBERG 1975). 2. A Balatonból származó baktériumok táptalajokon fenntartott törzsekben nagyobbak, mint a tóban. 3. Egyes balatoni baktérium populációk „in situ” log-fázisában a sejtek nagyobbak. WINBERG (1975) 24 különböző trofitású tó nyíltvízi baktériumainak sejtterfogatóát vizsgálta és azt találta, hogy az oligotrofikus és mezotrofikus tavakban nincs egyértelmű különbség a baktériumok sejtméretei között, viszont az eutrofikus tavakban határozottan nagyobbak az előbbieknél. A balatoni baktériumok méretei Winberg összeállításába helyezve nem tükrözték az eutrofikus állapotot (8. ábra).<sup>\*</sup> A coccusok oligo- és mezotrofikus, a pálcikák oligotrofikus, az „átlagos baktérium” méretek oligo- és mezotrofikus értéket mutattak. A baktériumok sejtméretei az évek során nem változtak számottevően (2. táblázat).

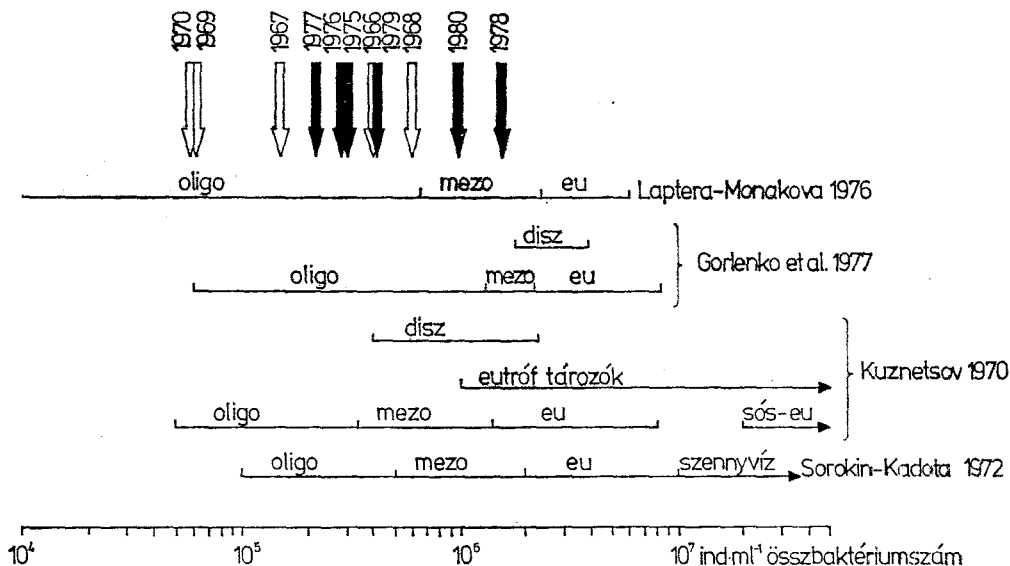
Az összbaktériumszám és a trofitás kapcsolatát sokan vizsgálták és több skálát is közöltek (KUZNYECOV 1970, SOROKIN—KADOTA 1972, LAPTEVA—MONAKOVA 1976, GORLENKO és mtsai. 1977). A balatoni adatok (2. táblázat) az 1978-as magas értékkel együtt sem érték el az elsődleges termelés alapján várható magasabb értéket. 1975—77 nyarain oligotrofikus, mezotrofikus, 1978-ban mezotrofikus, egy skálán eutrofikus, 1979-ben ismét oligotrofikus és mezotrofikus értékűek voltak (9. ábra).

<sup>\*</sup> Az ábrákat és a táblázatokat a cikksorozat első részéhez folytatólagosan számoztuk.



8. ábra. A baktérium morfológiai csoportok sejttérfogatai  
1975—79. évek július—augusztusaiban Tihanynál

Figure 8. Cell volumes of morphological groups of bacterioplankton in the summers of  
1975—79 at Tihany

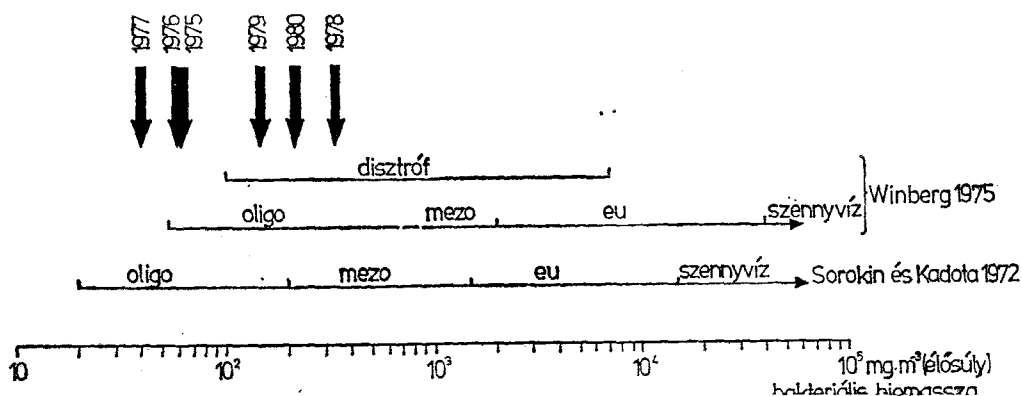


9. ábra. Az öszbaktériumszám 1966—70 (OLÁH 1973a), valamint 1975—79. évek július—augusztusaiban Tihanynál

Figure 9. The numbers of bacterioplankton in the summers of 1966—70 (OLÁH 1973a)  
and 1975—79 at Tihany

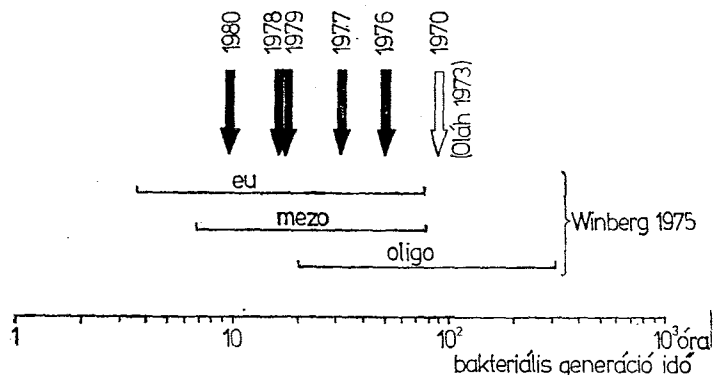
A bakterioplankton biomaszája a más, eutrofikus tavakban jellemző értékekhez képest szintén alacsony volt (2. táblázat). WINBERG (1975) 44 különféle trofitású tó adatait állította sorrendbe. A balatoni adatok ebben a csoportosításban az oligotrofikus intervallumba esnek. Oligotrofikus, egyedül 1978 nyarán mezotrofikus értékűek SOROKIN—KADOTA (1972) skáláján is (10. ábra).

A bakterioplankton generációideje az évek során csökkent (2. táblázat). Ez a tendencia különösen szembetűnő akkor, ha a korábbi évek nyári adatait is figyelembe vesszük (OLÁH 1973a). A generációidő WINBERG (1975) skáláján összefoglalt eredményeit figyelembe véve 1978–79 nyarain mezo-eutrofikus értéket ért el (11. ábra).



10. ábra. A bakterioplankton biomasszája 1975—79. évek július-augusztusaiban Tihanynál

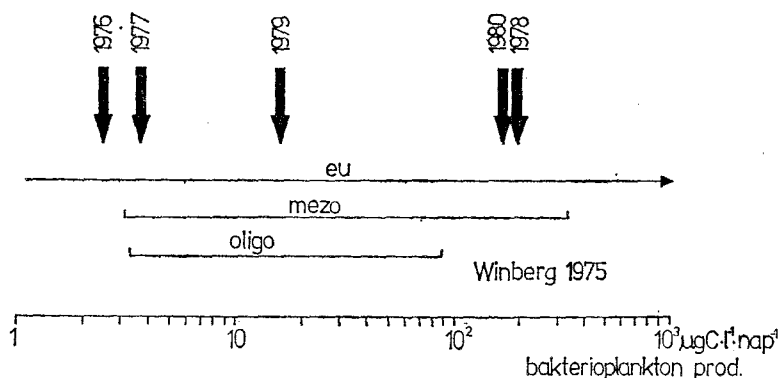
Figure 10. The biomass of bacterioplankton in the summers of 1975—79 at Tihany



11. ábra. A bakterioplankton generációideje 1970 (OLÁH 1973a), valamint 1976—79. évek július-augusztusaiban Tihanynál

Figure 11. Generation times of bacterioplankton in the summers of 1970 (OLÁH 1973a) and 1976—79 at Tihany

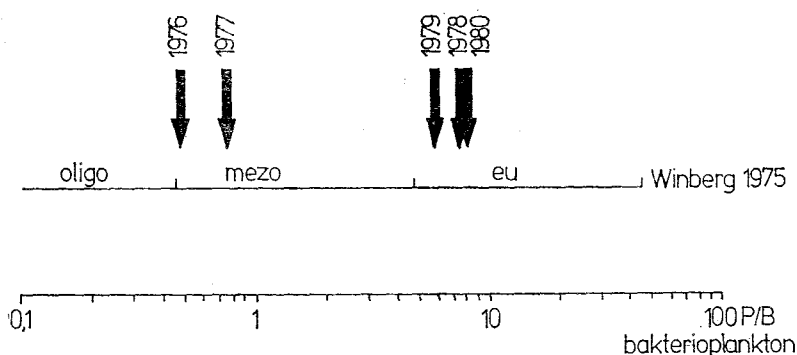
WINBERG (1975) 16 tó bakteriális produkcióját is összehasonlította. Ez az oligotrofikus és a mezotrofikus tavakban nem határolódott el élesen. Támpon-tul szolgálhat, hogy az oligotrofikus tavakban mért legnagyobb érték  $90 \mu\text{gC} \cdot \text{liter}^{-1} \cdot \text{nap}^{-1}$ , a mezotrofikusokban  $340 \mu\text{gC} \cdot \text{liter}^{-1} \cdot \text{nap}^{-1}$  volt. Ennél nagyobb értékeket csak eutrofikus tavakban mértek. A Balaton tihanyi térségében a bakteriális produkció növekedése (2. táblázat) az eutrofizálódás folyamatát jelezte, de csak 1978 nyarán közelítette meg az eutrofikus határértéket (12. ábra). Az 1978-as magas értékkel kapcsolatban felmerült, hogy a növekvő tápanyagszint mellett időjárási tényezők is fontos szerepet játszhattak a produkció alakításában. Ebben az évben például összefüggést találtunk a generációidő és a víz hőmérséklete között (G. TÓTH 1980b, 1981a). A bakterioplankton strukturális és dinamikai viszonyai is eltértek az előző években



12. ábra. A bakterioplankton produkciója 1976—79. évek július-augusztusaiban Tihanynál  
 Figure 12. The production of bacterioplankton in the summers of 1976—79 at Tihany

tapasztaltaktól. A lebegő kolóniákban élő coccusok mellett az egyedülálló baktériumok sejtszáma, biomasszája és produkciója is emelkedett.

A bakterioplankton P/B hányadosa 1975-től a nyári időszakban egy nagyságrenddel emelkedett (2. táblázat), ami a trofitás növekedésére utal. Az értékek WINBERG (1975) skáláján 1976 és 1977 nyarain mezotrofikus, 1978 és 1979 nyarain eutrofikus intervallumba kerülnek (13. ábra).



13. ábra. A bakterioplankton P/B hányadosai 1976—79. évek július-augusztusaiban Tihanynál

Figure 13. P/B ratio of bacterioplankton in the summers of 1976—79 at Tihany

A bakteriológiai eredményeket összefoglalva az értékek 13 trofitási skála és/vagy beosztás alapján az 5. táblázatban feltüntetett trofitásfokú állapotnak feleltek meg. Megállapítható, hogy a mutatók nem tükrözték egységesen az elsődleges termelés alapján várható általában eutrofikus értékeket. A baktériumsejtek méretei, a baktériumszám, a biomassza elmaradtak más, eutrofikus tavakban mutatott értékeiktől. A néhány funkcionális mutató (generációidő, produkció, P/B hányados) jelzett megkésve, 1978 és 1979 nyarain eutrófiát. OLÁH (1973a), valamint GORLENKO és mtsai (1977) mutatott rá, hogy a bakterioplankton szezonális dinamikája a különböző trofitású tavakban eltér. Oligotrofikus és mezotrofikus tavakban tavaszi és őszi maximum, nyári minimum, míg eutrofikusokban nyári maximum a jellemző. A tihanyi térségben a korábbi szezonális vizsgálatokkor, a hetvenes évek elején a bakterioplankton tavaszi és őszi maximumot, nyári minimumot, vagyis oligotrofikus, mezotro-

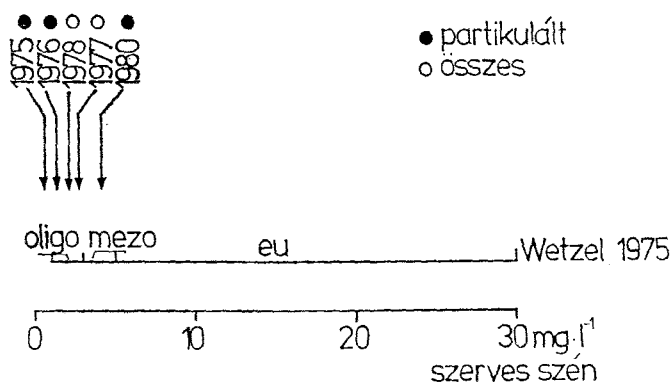
*A bakteriológiai mutatók által jelzett trofitásértékek 13 skála és/vagy beosztás alapján 1975—79 évek nyarain Tihanynál*

*The trophic state of Lake Balaton determined by 13 trophic scales based on bacteriological variables which were measured in the summers of 1975—79 at Tihany*

	1975 júl.—aug.	1976 júl.—aug.	1977 júl.—aug.	1978 júl.—aug.	1979 aug.—szept.	1980 júl.—aug.
(1) Coccus térfogat	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo
(2) Pálca térfogat	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo
(3) Átlagos baktérium térfogat	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo	1 oligo
(4) Baktériumszám	4 oligo	4 oligo	4 oligo	3 mezo	3 oligo	1 oligo
(5) A bakterioplankton biomassája	2 oligo	2 oligo	2 oligo	1 eu	1 mezo	3 mezo
(6) A bakterioplankton generáció ideje				1 oligo	2 oligo	1 oligo
(7) A bakterioplankton produkciója				1 mezo		1 mezo
(8) A bakterioplankton P/B hányadosa						
		c s ö k k e n				
		n ö v e k s z i k		1 eu	1 eu	1 eu
		1 mezo	1 mezo	1 eu	1 eu	1 eu

fikus dinamikát mutatott (OLÁH 1973a). Lehetséges, hogy az 1978-as esztendő volt a fordulópont, amikor a nyári baktériumállomány emelkedett, a funkcionális mutatók pedig először estek az eutrofikus intervallumba.

WETZEL (1975) szerint a vízben termelődött élő és holt szerves anyagok mennyisége is jellemző határok között van a különböző trofitásfokú vizekben, amelynek illusztrálására beosztást is közöl. Ebben az összes szerves szén tartalom általunk mért értékei (2. táblázat) az oligotrofikus tavak szerves szén tartalmának felelt meg (14. ábra). Az ábrán pótlólag feltüntettük az 1980 augusztusában mért értékek átlagát is, ez a mezotrofikus tartományba esett. FELFÖLDY (szóbeli közlés) véleménye szerint a KOI-t és a szerves szén adatokat csak a szaprobiológiai vízminősítésben lehet konstruktívan felhasználni, nem szabad a trofitással kapcsolatba hozni, mert a gyors mineralizáció



14. ábra. A víz szerves szén tartalma 1975—80. évek július-augusztusaiban Tihanynál  
Figure 14. Organic carbon content of water in the summers of 1975—1980 at Tihany

miatt feltétlenül a fenti ellentmondásos tapasztalatra jutunk. Ilyen megközelítésben adataink béta-alfa mezoszapróbiát jeleztek, amely a harmonikus élővilággal rendelkező, természetes vizekre jellemző (FELFÖLDY 1980). Mindemellett a térség szerves szén tartalmának lassú emelkedése megfigyelhető (14. ábra).

A zooplankton populációk egyedsűrűsége, a nőtények által termelt peték száma, a populációk P/B hányadosa a táplálkozási függőség miatt szintén tükrözi bizonyos mértékig a trofitást. PONYI és mtsai. 1975-ben és 1977-ben vizsgálatainkkal párhuzamosan figyelemmel kísérték az *Eudiatomus gracilis* (Copepoda) populációdinamikáját és P/B hányadosát, valamint egyes *Daphnia* fajok (Cladocera) mennyiségét. Eredményeiket (2. táblázat) más európai tavakkal (HERZIG 1979) összevetve megállapították, hogy az egyedsűrűség tekintetében a zooplankton némileg alatta maradt az eutrofikus értékeknek (P. ZANKAI 1981), a peteprodukción és a napi P/B hányadosok azonban eutrofikus értékűek voltak már 1975-ben is (PONYI és mtsai. 1981).

### Záradék

Cikksorozatunk e lapban megjelenő harmadik része fogja tartalmazni az eredmények együttes értékelését, valamint a planktonrendszer nagy időléptékű szukcesszív fejlődésmo­delljét. Ugyancsak a harmadik rész végén kap helyet a teljes cikksorozat irodalomjegyzéke is.

#### ATTEMPT AT A MULTIVARIATE ESTIMATION OF THE EUTROPHICATION OF THE TIHANY AREA OF LAKE BALATON II. BACTERIOPLANKTON, ZOOPLANKTON, ORGANIC CARBON

L. G. Tóth\*—J. Padisák\*\*

Lake Balaton, the largest shallow lake in Central Europe (surface area: 600 km<sup>2</sup>, average depth: 3,4 m) came into the state of advanced eutrophication during the 1970s. Besides numerous hydrobiological studies its eutrophication is studied in cooperation by the Hungarian Academy of Sciences and IIASA (Laxenburg, Austria). The authors' studies were carried out in the less eutrophic part of the lake in the summers of 1976, 1977, 1978, 1979 and 1980. They analysed about 20 000 data of the main plankton groups (bacterioplankton, phytoplankton, zooplankton) from the point of view of eutrophication. 26 variables of the groups mentioned above were tested by 48 trophic scales described in the past 35 years. These trophic scales were estimated based on the data of about 500 lakes located mainly in the temperate zone. During the study the authors found the groups of variables to defer in respect of the first indication of the eutrophic state. This deferment led to the outlining of a long-term succession connected with eutrophication. The results are given in detail in three papers. The first, formerly published one of these included the phytoplankton studies, while the present second one contains the results of bacterioplankton-, zooplankton- and organic carbon studies. Cell sizes, numbers, biomass, generation time, production, P/B ratio, seasonal succession of bacterioplankton, population size, P/B ratio and egg-production of *Eudiatomus gracilis* and certain *Daphnia* sp. as well as organic carbon content are considered. Most of the variables remained below the eutrophic level while these of the phytoplankton were above it. Only bacterial generation time, production, P/B ratio in the summers of 1977—79, egg-production and the P/B of zooplankton were within the eutrophic levels. In the third article a general detailed discussion will follow.

(Authors' address: \* MTA Balatoni Limnológiai Kutató Intézet, Tihany, H-8237

\*\* Természettudományi Múzeum, Növénytar, Budapest, Pf. 222, H-1476, Hungary)